

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-178072

(P2000-178072A)

(43)公開日 平成12年6月27日(2000.6.27)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

C 0 4 B 35/581

識別記号

F I

テマコード(参考)

C 0 4 B 35/58

1 0 4 F 4 G 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平10-361451

(22)出願日

平成10年12月18日(1998.12.18)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72)発明者 岩井田 智広

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72)発明者 岡山 浩

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

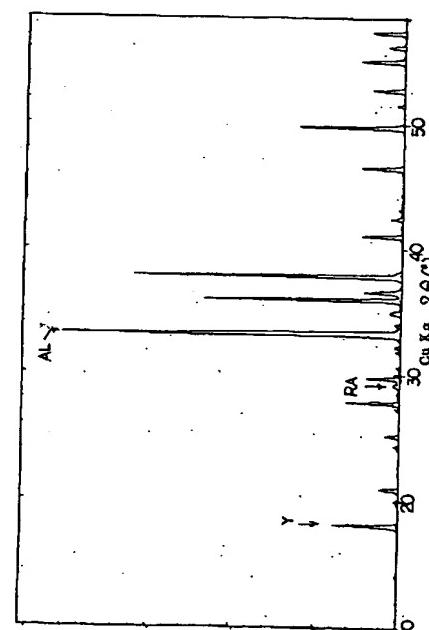
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 窒化アルミニウム質焼結体

(57)【要約】

【課題】高熱伝導性を有しながらも、1700℃以下の温度で焼結可能であり、強度に優れた窒化アルミニウム質焼結体とその製造方法を提供する。

【解決手段】窒化アルミニウムを主成分とし、少なくとも希土類元素酸化物( $R E_2 O_3$ )とアルカリ土類金属酸化物( $RO$ )を、 $RO/RE_2 O_3$ の比率が0.2~0.5を満足する割合で合計0.5~20重量%含み、シリカ( $SiO_2$ )およびアルミナ( $Al_2 O_3$ )を合計で0.1~5.0重量%の割合でそれぞれ含む焼結体であって、窒化アルミニウム粒子の粒界相が、YAG型結晶相と、アルカリ土類金属酸化物-アルミナ系結晶相を含み、前記YAG型結晶相における(2, 1, 1)面ピーク強度をY、前記アルカリ土類金属酸化物-アルミナ系結晶相のうちアルカリ土類金属酸化物:アルミナのモル比が1:1であるものにおける(2, 2, 0)面ピーク強度をRAとした時、Y/RAで表されるピーク強度比が3~15となるように制御して、3点曲げ強度が530MPa以上の焼結体を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】窒化アルミニウムを主成分とし、少なくとも希土類元素酸化物( $RE_2O_3$ )とアルカリ土類金属酸化物( $RO$ )を、 $RO/RE_2O_3$ の比率が0.2～0.5を満足する割合で合計0.5～2.0重量%含み、シリカ( $SiO_2$ )およびアルミナ( $Al_2O_3$ )を合計で0.1～5.0重量%の割合でそれぞれ含む焼結体であって、窒化アルミニウム粒子の粒界相が、YAG型結晶相と、アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相を含み、前記YAG型結晶相における(2, 1, 1)面ピーク強度をY、前記アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相のうちアルカリ土類金属酸化物：アルミナのモル比が1:1であるものにおける(2, 2, 0)面ピーク強度をRAとした時、Y/RAで表されるピーク強度比が3～1.5であり、3点曲げ強度が530MPa以上であることを特徴とする窒化アルミニウム質焼結体。

【請求項2】 $Si$ を酸化物換算で0.1重量%以上の割合で含有する請求項1記載の窒化アルミニウム質焼結体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種配線基板や半導体素子収納用パッケージ用の絶縁材料に適用される窒化アルミニウム質焼結体に関し、詳細には1700°C以下の低温での焼成が可能であって、良好な熱伝導率を有するとともに、高い強度を有する窒化アルミニウム質焼結体に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】近年、半導体素子の高集積化に伴い、半導体装置から発生する熱も増加しており、該半導体装置の誤動作をなくすためには、このような熱を装置外に速やかに放出する基板が必要になっている。しかしながら、これまで各種絶縁基板材料として用いられてきたアルミナ材料では、熱伝導率が1.5W/m·K程度低いことから、それに代わるものとして高い熱伝導率を有する窒化アルミニウムが注目され始め、本来、窒化アルミニウムは単結晶では理論熱伝導率が320W/m·Kと高いことから、最近では多結晶で200W/m·Kを越えるような窒化アルミニウム質焼結体も得られている。

【0003】このような、窒化アルミニウム質焼結体の製造方法としては、従来より希土類化合物またはアルカリ土類化合物等の焼結助剤を添加して1800°C以上の高温で焼成する方法がある。

【0004】しかしながら、前記製造方法では焼成に使用する治具の消耗や、焼成炉の構造、更に焼成に係わるランニングコスト等を考慮すると製造コストがかなり高くなるという欠点があった。そこで、係る欠点を解消して製造コストを低減するために、焼結助剤として希土類化合物とアルカリ土類化合物を同時に添加し、1600～1700°Cで焼成する方法が提案されている（特公平

6-49613号公報、特公平7-17454号公報参照）。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記希土類化合物とアルカリ土類化合物を同時に添加して得られた窒化アルミニウム質焼結体は強度が高くとも450MPaと低く、これを用いて銅貼り基板やパッケージ等の製品を製造する場合、銅貼り時の熱応力により割れが発生したり、あるいは実装後の信頼性試験時に破壊する等の諸処の問題があり、強度の向上が求められていた。

【0006】従って、本発明は、1700°C以下の低温で焼結可能であり、且つ高熱伝導率と高強度を兼ね備えた窒化アルミニウム質焼結体を提供すること目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、前記課題に対して鋭意検討を重ねた結果、窒化アルミニウムに対する助剤成分として、希土類元素酸化物、アルカリ土類金属酸化物、 $SiO_2$ および $Al_2O_3$ を含有するとともに、粒界相中にYAG型結晶相(Y)とアルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相(RA)をX線回折チャートにおいて、特定の関係を満足するように析出させることにより、上記目的が達成されることを見いだし、本発明に至った。

【0008】即ち、本発明の窒化アルミニウム質焼結体は、少なくとも希土類元素酸化物( $RE_2O_3$ )とアルカリ土類金属酸化物( $RO$ )を、 $RO/RE_2O_3$ の比率が0.2～0.5を満足する割合で合計0.5～2.0重量%の割合で含むとともに、シリカ( $SiO_2$ )およびアルミナ( $Al_2O_3$ )を合計で0.1～5.0重量%の割合でそれぞれ含み、窒化アルミニウム粒子の粒界相が、YAG型結晶相と、アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相を含み、前記YAG型結晶相における

(2, 1, 1)面ピーク強度をY、前記アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相のうちアルカリ土類金属酸化物とアルミナのモル比が1:1の化合物の(2, 2, 0)面におけるピーク強度をRAとしたとき、Y/RAで表されるピーク強度比が3～1.5であり、且つ3点曲げ強度が530MPa以上であることを特徴とするものである。

【0009】また、上記焼結体中には、 $Si$ を酸化物換算で0.1重量%以上の割合で含有することが低温焼結性の点で望ましい。

## 【0010】

【作用】希土類元素酸化物は、窒化アルミニウム原料中に含有される不純物酸素と反応し、液相を生成することにより焼結を促進する他、焼結中にYAG、YAP、YAM型結晶相を生成し、焼結体を構成する窒化アルミニウム粒子に固溶する酸素を減少させて焼結体の高熱伝導化を図る作用をなすもので、また、アルカリ土類金属酸

化物も、窒化アルミニウム原料中に含有される不純物酸素と反応し、希土類元素酸化物に比べてより低温で液相を生成し、焼結を促進する上、アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相（アルミネート）を生成し、焼結体を構成する窒化アルミニウム粒子に固溶する酸素を減少させて焼結体の高熱伝導化を図る作用をなし、 $\text{SiO}_2$ は、低温にて液相を生成して低温焼結性を高める成分であり、また、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は希土類元素をアルミネート化して、耐薬品性を高める作用をする。

【001-1】窒化アルミニウム粒子の粒界には、YAG型結晶相を主として含み、さらに副結晶相として、アルカリ土類金属酸化物（RO）—アルミナ系結晶相を含む。アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相としては、 $\text{RAI}_2\text{O}_4$ 、 $\text{RAI}_4\text{O}_7$ で表される結晶相が挙げられる。このうちのROと $\text{Al}_2\text{O}_3$ のモル比率が1:1で化合している $\text{RAI}_2\text{O}_4$ とYAG型結晶相とのXRDピーク強度比Y/R Aが3未満のときは強度が低下した。このとき破壊源としては助剤の偏析となっておりこれが原因と考えられる。またY/R Aが1.5以上のときまた強度は低下した。これはアルカリ土類金属酸化物：アルミナの比率が1:2の $\text{RAI}_4\text{O}_7$ で表される結晶相が多くなる為である。

## 【001-2】

【発明の実施の形態】本発明の窒化アルミニウム質焼結体は、組成として、窒化アルミニウムからなる主成分に対して、少なくとも希土類元素酸化物（RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）とアルカリ土類金属酸化物（RO）を合計で0.5～2.0重量%、特に7～1.5重量%の割合で含有する。また、これらの希土類元素酸化物（RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）とアルカリ土類金属酸化物（RO）とは、RO/RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の重量比率が0.2～0.5、特に0.25～0.4を満足する割合で含有されるものである。

【001-3】ここで、上記含有量が0.5重量%よりも少ないと、1700°C以下の低温で緻密化できず、熱伝導率が大幅に低下し、2.0重量%を越えると、熱伝導率が低下し表面にシミ状の結晶が多発し外観不良となるためである。また、RO/RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>比率が0.2よりも小さいと、低温で焼結することが困難であり、0.5よりも大きいと、耐薬品性が劣化するためである。

【001-4】希土類元素酸化物は、窒化アルミニウム原料中に含有される不純物酸素と反応し、液相を生成することにより焼結を促進する他、焼結中にYAG、YAP、YAM型結晶相を生成し、焼結体を構成する窒化アルミニウム粒子に固溶する酸素を減少させて焼結体の高熱伝導化を図る作用をなすもので、具体的には、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Yb}_2\text{O}_3$ 等が挙げられ、これらの中でも耐薬品性の点で $\text{Er}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ が望ましい。

【001-5】また、アルカリ土類金属酸化物も、窒化アルミニウム原料中に含有される不純物酸素と反応し、希土類元素酸化物に比べてより低温で液相を生成し、焼結

を促進する上、アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相（アルミネート）を生成し、焼結体を構成する窒化アルミニウム粒子に固溶する酸素を減少させて焼結体の高熱伝導化を図る作用をなし、具体的には、CaO、MgO、SrO、BaO等が挙げられ、これらの中でも耐薬品性に優れる点からSrO、CaOが望ましい。

【001-6】また、本発明の窒化アルミニウム質焼結体中には、シリカ（SiO<sub>2</sub>）およびアルミナ（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）を合計で0.1～5.0重量%、特に2.0～4.0重量%の割合でそれぞれ含む。これは、0.1重量%よりも少ないと、耐薬品性が低下し、5.0重量%よりも多いと熱伝導率が低下するためである。特に、 $\text{SiO}_2$ は、低温にて液相を生成して低温焼結性を高める成分であり、0.1重量%以上、特に0.3重量%以上の割合で添加し、また、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は希土類元素をアルミネート化して、耐薬品性を高める作用をすることから、2重量%以上の割合でそれぞれ含まれることが望ましい。

【001-7】なお、上記の各組成は、焼結体中に金属元素として検出される希土類元素、アルカリ土類金属、Si量を酸化物換算したものであるが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 量は、焼結体中の全酸素量から、検出された希土類元素、アルカリ土類金属およびSiに化学量論的に結合している酸素量を除いた酸素を $\text{Al}_2\text{O}_3$ 換算することにより算出される。

【001-8】また、本発明の窒化アルミニウム質焼結体は、組織上、窒化アルミニウム粒子を主とするものであり、かかる窒化アルミニウム粒子は、平均粒径1～3μmの大きさで存在する。

【001-9】また、窒化アルミニウム粒子の粒界には、YAG型結晶相を主として含み、さらに副結晶相として、アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相を含む。YAG型結晶相とは、一般化学式 $\text{Al}_5\text{Y}_3\text{O}_{12}$ で表される希土類元素酸化物とアルミナとの複合酸化物結晶である。また、アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相としては、 $\text{RAI}_2\text{O}_4$ 、 $\text{RAI}_4\text{O}_7$ で表される結晶相が挙げられる。

【002-0】本発明によれば、X線回折測定において、 $2\theta = 18^\circ$ 付近に検出されるYAG型結晶相における(2, 1, 1)面のピーク強度をY、 $2\theta = 29^\circ$ 付近に検出される前記アルカリ土類金属酸化物—アルミナ系結晶相における(2, 2, 0)面ピーク強度をRAとした時、Y/R Aで表されるピーク強度比が、3～1.5特に4～1.0であることが重要である。これは、上記ピーク強度比が、3よりも小さいか、あるいは1.5よりも大きいと、いずれも目的とする強度が得られないためである。

【002-1】また、本発明によれば、 $2\theta = 33^\circ$ 付近に検出される窒化アルミニウムの(1, 0, 0)面ピーク強度をALとした時、Y/ALで表されるピーク強度比が0.01～0.8、RA/ALで表されるピーク強

度比が0.003～0.1であることが焼結体の熱伝導率、強度、外観の観点から望ましい。

【0022】さらに、これらの窒化アルミニウム粒子、粒界中の各結晶相には、少なくともSi、Al、酸素を含有する非品質相が存在する場合もある。

【0023】本発明の窒化アルミニウム質焼結体は、上記の構成によって、後述する実施例からも明らかのように、熱伝導率が70W/m·K以上、特に80W/m·K以上の高い熱伝導率を有するとともに、JIS R 1601に基づく3点曲げ強度試験において、530MPa以上、特に550MPa以上の優れた強度を有するものである。

【0024】本発明の窒化アルミニウム質焼結体の製造方法によれば、まず、窒化アルミニウム原料粉末を準備する。この原料粉末は、直接窒化法、あるいは還元窒化法によって作製されたものであり、特に、低温焼結性を高める上で還元窒化法の原料であることが望ましい。

【0025】また、窒化アルミニウム原料粉末は、平均粒径が0.8～2.5μm、BET比表面積が2～5m<sup>2</sup>/g、不純物酸素量が0.5～3.0重量%のものが望ましい。

【0026】次に、上記窒化アルミニウム原料粉末に対して、前述したような希土類元素酸化物(REE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、アルカリ土類金属酸化物(RO)を合計で0.5～20重量%、特に7～15重量%の割合で添加する。その時、RO/REE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の重量比率が0.2～0.5、特に0.25～0.4を満足するように添加混合する。この時の比率を上記範囲に限定するのは、前述した通りである。

【0027】また、本発明によれば、さらに、シリカ(SiO<sub>2</sub>)およびアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を合計で0.1～5.0重量%、特に2.0～4.0重量%の割合でそれぞれ添加混合する。この時のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量は、窒化アルミニウム原料粉末中に含まれる酸素量をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>換算したものも含める。なお、SiO<sub>2</sub>量は、0.1重量%以上、特に0.3重量%以上、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量は2.0重量%以上であることが望ましい。

【0028】次に、各成分を上記のような比率で配合した混合物に、適宜、アクリル系、ブチラール系等の有機バインダーと、イソプロピルアルコール、トルエン等の溶媒を添加混合して成形用原料を調製する。この成形用原料を用いて、所望の成形手段、例えば、ドクターブレード法、圧延法などのシート成形法、金型プレス、冷間静水圧プレス、押出成形等により任意の形状に成形する。

【0029】上記のようにして作製された成形体を非酸化性雰囲気もしくは還元雰囲気中にて1550～1700℃の温度で焼成する。雰囲気としては、窒素中の他、水素と窒素混合雰囲気中で焼成するが、特に配線基板などの作製において、WやMo等の高融点金属との同時焼

成を行う場合には、窒素水素混合の雰囲気中で同時焼成する。この焼成によって、相対密度が99%以上となるよう焼成する。

【0030】その後、上記焼成後の冷却過程で焼成時と同様な雰囲気のままで1300～1500℃の温度領域で1～2時間程度一時に放置あるいは徐冷した後、室温まで冷却する。その他、焼成後に一旦室温付近まで冷却した後、再度、昇温して1300～1500℃で1～2時間程度熟処理する。

10 【0031】この熟処理によって、焼結体中の希土類元素酸化物をYAG型結晶相として、アルカリ土類金属酸化物を、アルカリ土類金属酸化物-アルミナ系結晶相として積極的に粒界に析出させることができるとともに、所望の結晶相比率に粒界結晶相を変化させることが出来る。

### 【0032】

【実施例】還元窒化法によって作製された平均粒径1.3μm、不純物酸素量1.0重量%、陽イオン不純物量が400ppm以下の窒化アルミニウム原料粉末に対して、純度99.9%以上の各種希土類元素酸化物、アルカリ土類金属炭酸塩、SiO<sub>2</sub>粉末、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末を用いて、表1、2に示すような割合で添加混合した。この粉末に成形用バインダーとしてアクリル系バインダーとトルエンの有機溶媒と混練した後、ドクターブレード法によりグリーンシートを成形した。

20 【0033】前記グリーンシートを30mm□に切断した後、水素窒素混合雰囲気中で表1、表2に示す温度で3時間焼成後、さらに表1、2に示す温度で1時間熟処理を施した。

30 【0034】得られた焼結体に対して、X線回折法により窒化アルミニウム結晶以外の結晶相、即ち、粒界結晶相を同定するとともに、2θ=18°付近に検出されるYAG型結晶相における(2, 1, 1)面のピーク強度Y、2θ=29°付近に検出される前記アルカリ土類金属酸化物-アルミナ系結晶相における(2, 2, 0)面ピーク強度RA、2θ=33°付近に検出される窒化アルミニウムの(1, 0, 0)面ピーク強度ALを求め、Y/RA、Y/AL、RA/ALの各ピーク強度比を算出した。なお、表中、試料No. 22の焼結体について、そのX線回折チャート図を図1に示した。

40 【0035】また、焼結体に対してアルキメデス法により焼結体の相対密度を求め、さらにJIS R 1611に基づき厚み3mmの試料によってレーザーフラッシュ法により熱伝導率を求め、厚さなどによる測定値を補正した値を表1に示した。さらに、JIS R 1601に従い研磨後の3点曲げ強度を評価した。結果は、表1、2に示した。

### 【0036】

#### 【表1】

試料No.	組成(重量%)					焼成温度 (°C)	熱処理条件 温度 (°C)	時間 (hr)	X線ピーク強度比			相対 密度 (%)	熱伝導率 (W/mK)	3点曲げ 強度 (MPa)
	RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO/RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				Y/RA	Y/AL	RA/AL			
* 1	—	SrO 0.5	0.1	1.0	—	1700	1400	1	—	0	0	85	42	320
* 2	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	—	0.1	3.0	—	1700	1400	1	—	0.20	0	88	50	330
* 3	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	—	3.0	0.25	1650	1400	1	2.6	0.18	0.07	100	80	510
* 4	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.3	SrO 0.1	0.1	3.0	0.33	1700	1400	1	2.0	0.01	0.005	84	40	310
5	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.5	SrO 0.2	0.01	2.0	0.40	1700	1400	1	3.3	0.01	0.003	100	70	530
* 6	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.5	SrO 0.2	0.01	2.0	0.40	1700	—	—	2.3	0.007	0.003	100	67	510
* 7	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2.0	SrO 0.2	0.1	3.0	0.10	1700	1400	1	1.4	0.07	0.05	92	60	450
8	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3.0	SrO 1.0	0.1	3.0	0.33	1700	1400	1	5.0	0.10	0.02	100	72	540
9	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3.0	SrO 1.0	0.1	4.0	0.33	1700	1400	1	8.0	0.12	0.02	100	70	550
* 10	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3.0	SrO 2.0	0.3	3.0	0.67	1700	1400	1	1.4	0.07	0.05	87	72	500
11	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5.0	SrO 2.0	0.1	2.0	0.40	1700	1400	1	4.0	0.20	0.05	100	74	530
12	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5.0	SrO 2.0	0.1	3.0	0.40	1650	1400	1	4.4	0.22	0.05	100	72	540
* 13	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5.0	SrO 2.0	0.1	3.0	0.40	1700	—	—	24.0	0.12	0.005	99	70	450
* 14	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	2.5	0.25	1650	—	—	28.0	0.14	0.005	99	80	430
15	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	2.5	0.25	1650	1400	1	4.0	0.20	0.05	100	80	540
16	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	3.0	0.25	1650	1400	1	5.0	0.25	0.05	100	82	550
* 17	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	3.0	0.25	1650	—	—	24.0	0.24	0.01	100	80	450
18	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	3.5	0.25	1700	1400	1	7.0	0.35	0.05	100	78	580
* 19	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	3.5	0.25	1700	—	—	22.0	0.33	0.015	100	76	480
20	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	4.0	0.25	1600	1400	1	5.7	0.40	0.07	100	75	540
21	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	4.0	0.25	1600	—	—	14.8	0.37	0.025	100	74	530
22	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.5	0.3	4.5	0.31	1600	1400	1	8.5	0.20	0.023	100	71	550
23	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	4.5	0.25	1550	—	—	13.3	0.40	0.03	100	70	540

\*は本発明の範囲外の試料を示す。

【0037】

\* \* 【表2】

試料No.	組成(重量%)					焼成温度 (°C)	熱処理条件 温度 (°C)	時間 (hr)	X線ピーク強度比			相対 密度 (%)	熱伝導率 (W/mK)	3点曲げ 強度 (MPa)
	RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO/RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				Y/RA	Y/AL	RA/AL			
* 24	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.3	5.0	0.25	1650	1400	1	8.0	0.58	0.07	100	65	540
* 25	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 1.0	0.3	3.0	0.125	1700	1400	1	6.7	0.20	0.03	90	50	450
* 26	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	SrO 2.0	0.02	0.05	0.25	1700	1400	1	0.0	0	0.002	90	53	440
27	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.0	CaO 2.5	0.3	3.0	0.25	1650	—	—	6.0	0.18	0.03	100	82	540
28	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.0	CaO 2.5	0.3	3.0	0.25	1600	1400	1	10.0	0.30	0.03	100	79	560
29	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.0	CaO 2.5	0.3	4.0	0.25	1600	1400	1	13.3	0.40	0.03	100	74	540
* 30	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.0	CaO 2.5	0.3	5.0	0.25	1600	1400	1	18.3	0.55	0.03	100	68	500
31	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.0	CaO 4.0	0.3	3.0	0.33	1550	1400	1	11.8	0.59	0.05	100	72	540
32	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 15.0	CaO 5.0	0.3	3.0	0.33	1550	1400	1	14.4	0.72	0.05	100	70	530
* 33	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 15.0	CaO 5.0	0.3	3.0	0.33	1550	—	—	30.0	0.30	0.01	100	68	400
* 34	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 18.0	CaO 8.0	0.3	3.0	0.33	1700	1400	1	10.0	1.0	0.1	100	65	540
* 35	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	MgO 2.0	0.3	3.0	0.25	1700	1200	1	18.0	0.18	0.01	100	78	450
36	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	MgO 2.0	0.3	3.0	0.25	1700	1450	1	6.0	0.30	0.05	100	78	550
37	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	MgO 2.0	0.3	3.0	0.25	1700	1500	1	5.7	0.40	0.07	100	80	560
* 38	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8.0	MgO 2.0	0.3	3.0	0.25	1700	1600	1	27.0	0.54	0.02	100	67	430

\*は本発明の範囲外の試料を示す。

【0038】表1、2の結果から明かのように、本発明の試料は、いずれも熱伝導率が70 W/m·K以上の特性を有しながら、3点曲げ強度530 MPa以上の強度が得られた。

【0039】これに対して、希土類元素量、アルカリ土類元素量、あるいは焼成条件などによってX線ピーク強度比(Y/RA)が3未満または1.5を超える試料N o. 1～4、6、7、10、13、14、17、19、25、26、30、33、35、38では、3点曲げ強度が530 MPaに達しないものであった。X線ピーク強度比(Y/RA)が3未満のものではいずれも助剤成

分の偏析が多くなり、このために強度が低下していた。これは結晶相の変化により助剤の偏析が起こりやすくなつた為と考えられる。(Y/RA)が1.5よりも大きいものでは、破壊源ははつきりせず強度低下の原因は定かでないがおそらく、粒界自体の強度が低下しているものと推察される。また、試料No. 34は、助剤量が20重量%を越える結果、高い強度を有するものの、熱伝導性が低いものであった。

## 【0040】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明によれば、高い熱伝導性を有しながらも、1700°C以下の低温での

9

10

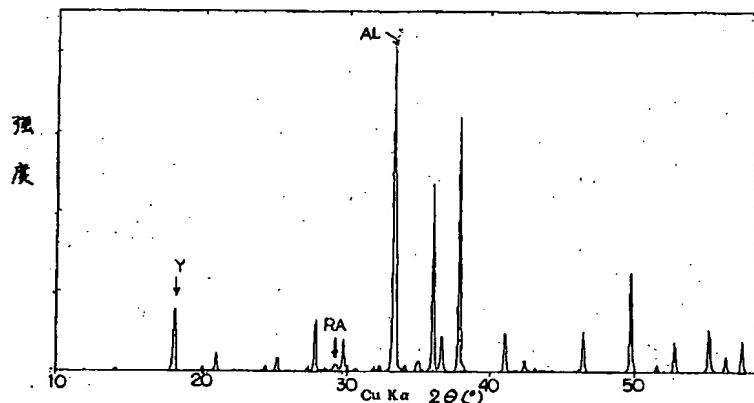
焼成が可能であり、3点曲げ強度530 MPa以上の窒化アルミニウム質焼結体を提供できる。これにより、かかる窒化アルミニウム質焼結体を用いて銅貼り基板や実装信頼性の要求される製品を製造する場合においても、\*

\* 優産性に優れた安価な製品を作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の窒化アルミニウム質焼結体（試料No. 22）のX線回折チャート図を示す。

【図1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4G001 BA03 BA04 BA05 BA06 BA07  
 BA08 BA09 BA36 BA71 BA73  
 BB03 BB04 BB05 BB06 BB07  
 BB08 BB09 BB36 BC13 BC53  
 BC54 BC57 BD03 BD14 BD23  
 BE01 BE26